

Verfahren zur Erhöhung der Spontanität von
Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Die immer steigenden Anforderungen an die Funktionalität der Automatgetriebe durch die Forderung nach mehr Spontaneität, die immer größer werdende Anzahl der zu schaltenden Gänge, die verbrauchsoptimierte Auslegung der Automatgetriebe mit größeren Fahranteilen in den hohen Gängen sowie die große Anzahl der auszuführenden Rückschaltungen beim Abbremsen des Fahrzeugs bis zum Stillstand führen dazu, dass Gänge eines Automatgetriebes immer schneller und häufiger hintereinander geschaltet werden sollen.

15 Bei Automatgetrieben, welche einen Wandler umfassen können, bei denen Schaltungen mittels einer Überschneidungsschaltung von zwei Kupplungen bzw. Schaltelementen ausgeführt werden, muss, wenn eine Schaltung angefordert wird, eine Kupplung hydraulisch abgeschaltet werden und eine andere Kupplung hydraulisch zugeschaltet werden, wobei hier Totzeiten und Verzögerungen entstehen, die als unangenehm empfunden werden.

20 Zudem tritt bei Rückschaltungen im Schubbetrieb eine Verzögerung des Fahrzeugs ein, welche durch den zusätzlichen Bedarf an kinetischer Energie zum Beschleunigen der rotatorischen Massen von Motor und Getriebe während der Übersetzungsänderung verursacht wird.

Im Rahmen der DE 199 55 987 A1 der Anmelderin wird vorgeschlagen, zur Erhöhung der Spontaneität bei Schaltungen den Motor des Fahrzeugs während des Übergangs von einer kleineren zu einer größeren Übersetzung, d.h. bei einer Rückschaltung, im Schubbetrieb geregelt zu befeuern; auf diese Weise kann die benötigte Beschleunigungsenergie für die rotatorischen Massen durch den Motor selbst aufgebracht werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem genannten Stand der Technik, ein Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe anzugeben, welches die Reaktionszeiten der Schaltungen, insbesondere im Schubbetrieb und im Teillastbetrieb, erheblich verkürzt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Varianten gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Demnach wird vorgeschlagen, zur Erhöhung der Spontaneität einer Überschneidungsschaltung in einem Automatgetriebe, mit dem Schaltbefehl bzw. unmittelbar danach, eine Motorbefeuierung durch die Getriebesteuerung vorzugeben, durch die ein Aufrüßen der abschaltenden Kupplung bzw. des Schaltelementes oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten (Turbinendrehzahl) oder eine Kombination beider Maßnahmen erzielt wird, obwohl der Druckabbau der abschaltenden Kupplung noch nicht soweit fortgeschritten ist, dass die Kupplung öffnen würde bzw. den Drehzahlgradienten zu lassen würde.

Hierbei kann die zusätzliche Motorbefeuierung sowohl über die Vorgabe einer einzustellenden Solldrehzahl als auch über die Vorgabe eines einzustellenden Sollmotormoments durch die Getriebesteuerung erfolgen.

5

Gemäß der Erfahrung ist diese Vorgehensweise jeweils bis zur maximal erreichbaren Vollastkurve anwendbar; es kann jedoch auch nur ein Teil des zur Verfügung stehenden Überschusspotentials genutzt werden, wobei dies von dem 10 Grad der zu erreichenden Spontaneitätserhöhung abhängt. Die Vorgabe kann auch durch Softwareteile außerhalb der Getriebesteuerung, die jedoch über Kommunikationsschnittstellen mit der Schaltablaufsoftware direkt kommunizieren, ausgegeben werden.

15

Durch die erfundungsgemäße Konzeption ergibt sich sowohl eine Verbesserung der Reaktionszeit bei der Schaltung als auch eine Erhöhung des Drehzahlgradienten während der Schaltung, was zu einer Verkürzung der Schleifzeit und damit insgesamt der Schaltung führt. Dies führt demnach für den Fahrer zu einer direkteren Reaktion auf seinen Fahrerwunsch und insgesamt im Zusammenspiel mit der verkürzten Schaltung zu einem spontaneren und sportlicheren Eindruck des Fahrzeugs. Eine geringe Mehrbelastung der Schaltelemente wird bewusst in Kauf genommen, um eine Erhöhung der Spontaneität zu erreichen.

Das Öffnen des Schaltelementes, welches die Drehzahl auf der alten Synchrondrehzahl hält, wird hierbei zur Absicherung einer ungewollten Übertragung der durch die Getriebesteuerung zusätzlichen angeforderten Motorbefeuierung auf den Abtrieb überwacht, wobei, wenn eine ungewollte Übertragung stattfindet, die Motorbefeuierung unterbrochen wird.

Dazu muss das Öffnen dieser Kupplung bzw. des Schaltelementes bis zu einer definierten Zeit nach Start der zusätzlichen Motorbefeuierung erfolgen und sich auch anschließend ein entsprechender Drehzahlgradient in Richtung neue Synchrongdrehzahl einstellen. Dies kann auch durch die Beobachtung einer sich stetig und in einem bestimmten Maße reduzierender Differenzdrehzahl zur neuen Synchrongdrehzahl abgesichert werden. Außerdem darf gemäß der Erfindung die zusätzliche Motorbefeuierung durch die Getriebesteuerung, wenn nicht eine weitere Schaltung ausgelöst wird, nicht über eine bestimmte Dauer über das Erreichen der neuen Synchrongdrehzahl hinaus anstehen.

Gemäß der Erfindung kann über unterschiedliche Bildung der Momentensignale für die Bestandteile des Schaltablaufs auf die richtige Ausführung der zusätzlichen Motorbefeuierung reagiert werden. So kann, wenn die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung auf die Momenteneingangsgröße für die zu schaltende Kupplung bzw. das zu schaltende Schaltelement übermittelt wird, die zu schaltende Kupplung auf eine aus bestimmten Gründen eventuelle nicht ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung reagieren und das Erreichen der Synchrongdrehzahl durch eine Druckerhöhung unterstützen.

25

Für die abschaltende Kupplung wird erfindungsgemäß die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung nicht übermittelt bzw. es wird nur auf die der Laststellung des Fahrers entsprechende Momentengröße zugegriffen, da sonst der Gewinn durch die zusätzliche Motorbefeuierung durch eine Druckreaktion an der abschaltenden Kupplung wieder reduziert wird.

Im Rahmen weiterer Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich weitere Steigerungsmöglichkeiten für die Spontaneität aus der Kombination von Maßnahmen, wie beispielsweise zusätzliche Motorbefeuerung, Druckabsenkung 5 bei der abschaltenden Kupplung und Druckerhöhung bei der zuschaltenden Kupplung mit entsprechenden Auswirkungen auf Beschleunigungsverläufe und Komfortverhalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden an-
10 hand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert.
Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und
der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb/nach dem Stand der Technik;
15

Fig. 2 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und
der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß der vorliegenden Erfin-
dung;
20

Fig. 3 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und
der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß einer Variante der vorlie-
genden Erfindung und
25

Fig. 4 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und
der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß einer/weiteren Variante
der vorliegenden Erfindung.
30

In Fig. 1 entspricht Kurve A dem Verlauf des Schaltsignals, d. h., zum Zeitpunkt t_0 wird die Schaltung (Rückschaltung) eingeleitet; Kurve B entspricht dem aktuellen Motormoment und Kurve C entspricht der Getriebeeingangs-
5 drehzahl (Turbinendrehzahl n_t). Ferner wird durch die Kurve D der Verlauf der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs dar-
gestellt; nach der Rückschaltung wird die Beschleunigung erhöht. Die Druckverläufe der abschaltenden Kupplung bzw.
10 des abschaltenden Schaltelementes und des ~~zuschaltenden~~ Schaltelementes werden durch die Kurven E bzw. F wiedergegeben. Gemäß Fig. 1 wird der Druck der zuschaltenden Kupplung während der Schaltung anfangs zum Zweck der Schnellbe-
füllung sprungartig angehoben; anschließend folgt ein Ab-
senken auf den Füllausgleichsdruck; gefolgt von einem ram-
15 penförmigen Duckanstieg ("Schließrampe"), auch über den Synchronpunkt t_1 hinaus.

Aus Fig. 1 geht hervor, dass die Schaltung ohne die erfindungsgemäße Motorbefeuierung zum Zeitpunkt t_1 durch
20 die Momentenübernahme der zuschaltenden Kupplung den Synchronpunkt erreicht. Gemäß der Erfindung kann die Schaltzeit signifikant verkürzt werden, indem eine Motorbefeuierung durch die Getriebesteuerung vorgegeben wird, so dass ein Aufreißen der Kupplung bzw. des Schaltelementes oder
25 eine Erhöhung des Drehzahlgradienten oder eine Kombination beider Maßnahmen erzielt wird.

Dies wird in Fig. 2 verdeutlicht: Das Motormoment wird unmittelbar nach dem Schaltbefehl für eine definierte Zeit
30 bzw. Differenzdrehzahl oder für eine definierte Zeit vor Erreichen des neuen Synchronpunktes erhöht. Dies resultiert in einem schnelleren Öffnen des abschaltenden Schaltelementes und somit zu einer Verbesserung der Schaltzeit und zu

einer Verkürzung der Reaktionszeit, wie aus Fig. 2 und auch aus dem Vergleich zwischen Fig. 1 und 2 ersichtlich. Die Motorbefeuierung kann auch über die Vorgabe einer einzustellenden Solldrehzahl erfolgen. Zudem ist in den Fig. 1 und 2 eine anschließende Motormomentreduzierung zum Synchronisieren der Schaltung dargestellt.

Durch die erfindungsgemäße Motorbefeuierung wird auch eine Erhöhung des Drehzahlgradienten erzielt; dies wird aus dem Vergleich der Kurven C und C' verdeutlicht, wobei die Kurve C' den Drehzahlverlauf mit Motorbefeuierung darstellt. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, erfolgt die Reaktion der Getriebeeingangsdrehzahl n_t im Vergleich zum Stand der Technik erheblich früher; zudem wird die Synchrondrehzahl früher erreicht, so dass sich Reaktions- und Schaltzeit, wie in Fig. 2 entsprechend beschriftet, verkürzen.

Gemäß der Erfindung kann, wenn die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung auf die Momenteneingangsgröße für die zu schaltende Kupplung übermittelt wird, die zuschaltende Kupplung auf eine auch aus bestimmten Gründen eventuell nicht ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung reagieren und das Erreichen der Synchrondrehzahl durch eine Druckerhöhung zusätzlich unterstützen. Dies wird durch die Kurve F' in Fig. 2 veranschaulicht. Der sich hierdurch einstellende Verlauf der Getriebeeingangsdrehzahl n_t ist mit C'' bezeichnet. Bei diesem Verlauf ergibt sich eine Verbesserung der Spontaneität nur durch die erzielte Verkürzung der Schaltzeit infolge des steilen Drehzahlgradienten.

Gemäß der Erfindung kann neben der Motorbefeuierung eine Druckunterstützung des abschaltenden Schaltelementes

erfolgen, wie am Beispiel der Fig. 3 gezeigt (Kurve E'). Hierbei wird der Druck am abschaltenden Schaltelement gesenkt, so dass das Öffnen desselben beschleunigt wird. Dies resultiert auch in einer Verkürzung der Reaktionszeit und

5 der Schaltzeit, wie es aus dem Verlauf der Turbinendrehzahl C'' ersichtlich wird. Mit C' ist hierbei der Drehzahlverlauf ohne die zusätzliche Druckabsenkung im abschaltenden Schaltelement und mit C der entsprechende Verlauf ohne Motorbefeuierung und Druckabsenkung bezeichnet.

10

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erhöhung der Spontaneität sieht vor, dass neben der Motorbefeuierung der Druck am abschaltenden Schaltelement gesenkt und der Druck am zuschaltenden Schaltelement erhöht wird, wie in Fig. 4 beispielhaft gezeigt. Hierbei ist der Druckverlauf der zuschaltenden Kupplung als Kurve F''' dargestellt. Durch diese Maßnahme wird die Reaktionszeit weiter verkürzt und auch der Synchronpunkt t_1 früher erreicht, wie es dem Drehzahlverlauf C''' zu entnehmen ist.

15

20

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Über-
5 schneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe, dadurch
gekennzeichnet, dass mit dem Schaltbefehl
oder unmittelbar danach, eine Motorbefeuierung vorgegeben
wird, durch die ein Aufreißen des abschaltenden Schaltele-
mentes und/oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten (Tur-
10 binendrehzahl) erzielt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
z 15 zeichnet, dass die Motorbefeuierung über die Vor-
gabe einer einzustellenden Solldrehzahl oder über die Vor-
gabe eines einzustellenden Sollmotormoments erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
ze 20 zeichnet, dass die Motorbefeuierung durch
die Getriebesteuerung vorgegeben wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motorbe-
feuerung bis zur maximal erreichbaren Vollastkurve durch-
f 25 führbar ist, wobei die einzustellende Solldrehzahl und das
einzustellende Sollmotormoment in Abhängigkeit von der ge-
wünschten Spontaneitätserhöhung vorgegeben werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Öffnen
30 des Schaltelementes, welches die Drehzahl auf der alten
Synchrondrehzahl hält, zur Absicherung einer ungewollten
Übertragung der zusätzlichen angeforderten Motorbefeuierung
auf den Abtrieb überwacht wird, wobei das Öffnen dieses

10

Schaltelelementes bis zu einer definierten Zeit nach Start der zusätzlichen Motorbefeuierung erfolgen soll und sich anschließend ein entsprechender Drehzahlgradient in Richtung neue Synchrongdrehzahl einstellen soll.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass überwacht wird, ob sich eine sich stetig und in einem bestimmten Maße reduzierende Differenzdrehzahl zur neuen Synchrongdrehzahl einstellt.

10

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Motorbefeuierung, wenn nicht eine weitere Schaltung ausgelöst wird, nicht über eine bestimmte Dauer über das Erreichen der neuen Synchrongdrehzahl hinaus dauert.

15

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Momen-
tensignale für die unterschiedlichen Bestandteile des Schaltablaufs bzw. für das abschaltende und das zuschalten-
de Schaltelement entweder in einem Motorsteuergerät oder in einem Getriebesteuergerät unterschiedlich gebildet und dem jeweils anderen Steuergerät übermittelt werden.

20

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung nicht an das abschaltende Schaltelement übermittelt wird oder bei der Drucksteuerung des abschaltenden Schaltelements unberücksichtigt bleibt.

25

30

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuierung an das zuschaltende Schaltelement übermittelt oder bei der Drucksteuerung des zuschaltenden Schaltelements berücksichtigt wird.
5
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zur Motorbefeuierung der Druck am abschaltenden Schaltelement abgesenkt wird, so dass das Öffnen desselben beschleunigt wird.
10
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zur Motorbefeuierung der Druck am abschaltenden Schaltelement derart erhöht wird, dass ein Beschleunigungseinbruch am Abtrieb des Automatgetriebes reduziert wird.
15
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zur Motorbefeuierung der Druck am zuschaltenden Schaltelement erhöht wird.
20

Zusammenfassung

5 Verfahren zur Erhöhung der Spontanität von
Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe bei dem mit dem Schaltbefehl oder unmittelbar danach, eine Motorbefeuierung vorgegeben wird, durch die ein Aufreißen des abschaltenden Schaltelementes und/oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten (Turbinendrehzahl) erzielt wird.

15

Fig. 2